ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Банных Дениса Андреевича

«Высокотемпературные материалы на основе боридов циркония, гафния и вольфрама, полученные с участием промежуточной жидкой фазы»,

представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела

Диссертация Д.А. Банных посвящена решению **важной и актуальной задачи** – разработке наиболее эффективных методов формирования сверхвысокотемпературной керамики на основе боридов циркония, гафния и вольфрама, модифицированных карбидом кремния, которая сохраняет свою работоспособность при одновременном действии высоких температур >2000°C, механических нагрузок и агрессивных химических сред. Поскольку основные компоненты таких керамических материалов из-за особенностей своей структуры и тугоплавкости подвергаются спеканию с образованием плотных образцов лишь при температурах >2000-2200°C (что не только предполагает чрезвычайно энергозатратный процесс консолидации, но и негативно действует на механические характеристики), остро стоит вопрос поиска спекающих добавок, способствующих снижению температур изготовления сверхвысокотемпературных керамических материалов благодаря формированию промежуточной жидкой фазы.

Основное внимание диссертации, определяющее ее **новизну**, сосредоточено на изучении взаимодействий в системах MB_2–SiC–Cr (M = Zr, Hf) и W–B–Ir в широком интервале температур с целью последующего переноса полученных научных сведений на моделирование процессов изготовления керамики или покрытий соответствующего состава. Благодаря выполненным исследования автором установлено, что в системах MB_2–SiC–Cr жидкая фаза формируется при температуре ~1500°C, определены составы продуктов протекающего взаимодействия (ZrC, HfC, CrB, $Cr_5Si_3C_x$, x = 0-1). Установлены механизмы изменения окислительной стойкости материалов, содержащих различное количество хрома. Изучение взаимодействия W_2B-Ir при температурах 1000–1800°C выявило твердофазное взаимодействие при 1000–1200°C с образованием интерметаллида W_xIr_{1-x} (x = 0.22–0.5), WB и более легкоплавкого $IrB_{1.1}$, а также более высокотемпературное взаимодействие с участием жидкой фазы переменного состава. Показано образование WB, W_xIr_{1-x}, $W_2Ir_3B_{6-x}$ и ранее неизвестного тройного соединения предположительного состава $W_2Ir_5B_2$.

Практическая значимость полученных результатов очевидна, т.к. способствует разработке более низкотемпературных, энергоэффективных методов изготовления очень востребованных керамических материалов. Новые фундаментальные данные о химизме взаимодействия между компонентами систем MB_2–SiC–Cr (M = Zr, Hf) и W–B–Ir в очень широком температурном интервале, которые могут быть использованы и при моделировании близких по природе процессов, определяют высокую **теоретическую значимость** результатов, полученных при подготовке диссертационной работы.

В целом, можно резюмировать, что сформулированные в результате выполнения диссертационного исследования выводы и рекомендации являются **полностью научно**

обоснованными, базируются на объемном проанализированном и корректно обобщенном экспериментальном материале, полученном с привлечением комплекса современных методов исследования.

По теме диссертации опубликовано 5 статей в авторитетных рецензируемых научных журналах по профилю диссертации, входящих в перечень ВАК и/или реферируемых в базах данных Web of Science и Scopus. Полученный патент на изобретение дополнительно подтверждает высокую новизну и прикладную направленность выполненных работ. Результаты исследований обсуждались на авторитетных научных мероприятиях.

Текст автореферата составлен методично, материал изложен грамотным научным языком, содержит необходимые для понимания сути работы иллюстрации и таблицы.

В качестве небольшого **замечания** можно указать на плохое качество некоторых рисунков, например, 15, однако это является частным вопросом и не снижает общее положительное впечатление о работе.

По моему мнению, автореферат свидетельствует о том, что данная работа является законченным научно-квалификационным трудом, по актуальности темы, научной новизне и практической значимости полученных результатов соответствующим критериям, установленных в п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г № 842 (в текущей редакции), а ее автор Денис Андреевич Банных заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела.

Доктор химических наук /Симоненко Елизавета Петровна
(специальность 1.4.1 – неорганическая химия),
заведующий лабораторией
физикохимии керамических материалов
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института общей и
неорганической химии им. Н.С. Курнакова
Российской академии наук
119991, г. Москва, Ленинский пр. д. 31, тел. +7 (495) 775 65 85, доб. 108,
e-mail: ep_simonenko@mail.ru

16 мая 2024г

Подпись руки Симоненко
УДОСТОВЕРЯЮ
Зав. протокольным отд. ИОНХ РАН

Я, **Симоненко Елизавета Петровна**, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Д.А. Банных, и их дальнейшей обработкой